

Наличие сегментов обеспечивает образование распирающих усилий от центральных частей заготовки к зоне радиусных переходов.

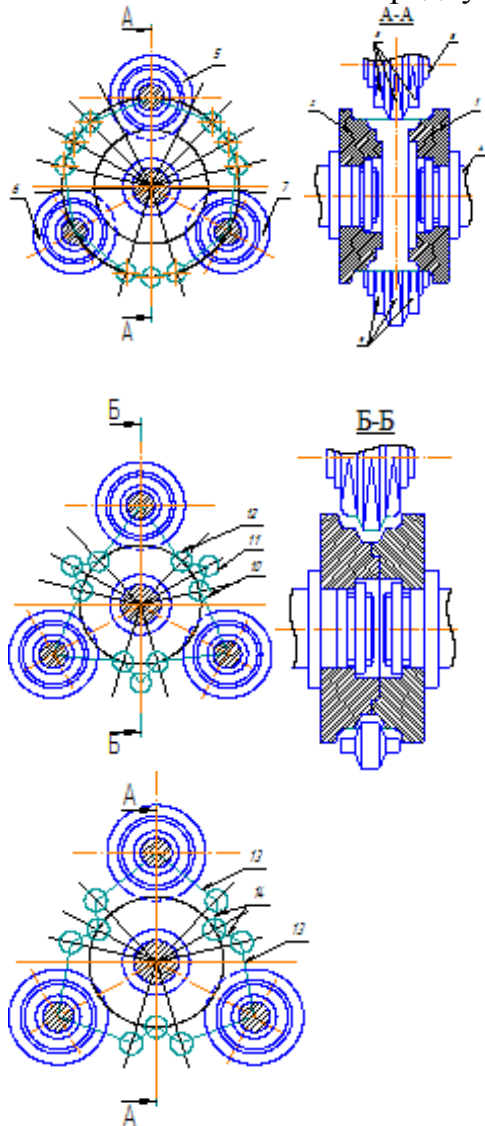


Рис. 4. Устройство для радиально-ротационного профилирования

выпуклой стороны на дно центрального ручья. Такая схема реализуется в методе радиально-осевого ротационного профилирования. Применяв этот метод, достигаем разнотолщинность, не превышающую 10–12%.

**Список литературы:** 1. Ершов В.И. и др. Совершенствование формоизменяющих операций листовой штамповки. – М.: Машиностроение, 1990. – 312 с. 2. Томленов А.Д. Теория пластического деформирования металлов. – М.: Металлургия, 1972. – 480 с.

**УДК 621.771.26**

**БИЛЛЕР В.В.**, канд. техн. наук, нач. группы прокатного отдела, УкрГНТЦ «Энергосталь», г. Харьков

**ПОПОВ А.В.**, инженер прокатного отдела, УкрГНТЦ «Энергосталь», г. Харьков  
**СОЗДАНИЕ ПЕРВОГО В УКРАИНЕ БАЛОЧНОГО СТАНА**

Изложена цель, объём и результаты реконструкции рельсобалочного стана на ОАО «Днепро-ский меткомбинат». Освещены этапы реконструкции. Дано краткое описание технологии производства балок больших размеров с параллельными полками.

Ключевые слова: прокатный стан, прокатка, универсальный балочный стан, рельсобалочный цех, шпунт «ларссена», «собачья кость», широкополочная балка, универсальная клеть

Викладено мету, обсяг і результати реконструкції рейкобалкового стану на ВАТ «Дніпро-вський меткомбінат». Висвітлені етапи реконструкції. Дано короткий опис технології вироб-ництва балок великих розмірів з паралельними полками.

Ключові слова: прокатний стан, прокатка, універсальний балковий стан, рейкобалковий цех, шпунт «ларссена», «собача кістка», широкополкова балка, універсальна кліть

The objective, scope and results of the reconstruction of rail and beam mill at JSC "Dniprovskyi Steel" are presented. The reconstruction phases are illuminated. A short description of the production technology of large size beams with parallel flanges are showed.

Keywords: rolling mill, rolling, universal beam mill, rail and beam shop, shpunt «larssen», «dog bone», wide-flange beam, universal stand

### **1.1 Целесообразность и техническая возможность строительства**

Целью работы любого предприятия в условиях рыночной экономики является производство востребованной продукции, причем продукции высокого качества, конкурентноспособной и дающей возможность предприятию гарантированной перспективы долговременной стабильной работы с высокой эффективностью. Такими профилями, несомненно, являются балки с параллельными полками больших номеров (с высотой стенки ~900 мм) и шпунты с широкой межзамковой базой (~ 750 мм).

В настоящее время балки такого сортамента производятся только на универсально–балочном стане в г. Нижний Тагил (УБС НТМК), расположенном в России. Однако потребность в балках больших номеров за счёт одного стана остается не удовлетворенной.

Основными предпосылками при выборе металлургического комбината для осуществления строительства нового балочного стана с годовым производством до 1,0 млн т товарного проката в год являются:

- наличие непрерывно-литой заготовки после реконструкции ОНЛЗ в конвертерном цехе с установкой сортовой и слябовой МНЛЗ для обеспечения требуемой производительности цеха;
- наличие площадей для возможности осуществления строительства;
- наличие необходимой инфраструктуры;
- наличие высококвалифицированных специалистов;
- возможность приобретения и использования металлургического оборудования, отвечающего современным требованиям.

Таким требованиям отвечает ОАО «Днепро-вский металлургический комбинат имени Ф.Э. Дзержинского», (ОАО ДМКД) г. Днепро-дзержинск

Для получения балок требуемого сортамента в условиях ОАО ДМКД рассматривалась (как вариант) возможность применить известную схему прокатки, используемую на УБС НТМК. Применяемая там реверсивная схема прокатки предусматривает получение балок из фасонной литой заготовки прокаткой в обжимной клетке с последующей ее прокаткой в отдельно установленных трех группах клеток: черновой, промежуточной (предчистовой) и чистовой, что позволяет в отличие от прокатки на непрерывных станах уменьшить необходимое количество прокатных клеток и соответственно уменьшить площадь и длину станového пролета для их установки. При этом каждая группа имеет в своем составе универсальную 4-х валковую клеть

(для обжатия стенки и полки балки) и вспомогательную двухвалковую клеть (для обжатия полки балки по высоте).

При этом, в отличие от схемы УБС НТМК, рассматривался вариант выполнения установки этих трех групп клеток комбинированно-линейно. При этом принималось за основу существующее линейное расположение прокатных клеток в станом пролете РБЦ. Требовалось только заменить существующие клетки две трио рельсобалочного стана новыми двумя парами клеток, причем каждая пара должна иметь как обычную клеть дуо, так и универсальную. В качестве чистовой клетки предусматривалось использовать обычную нереверсивную клеть дуо. При такой реконструкции сохраняется специализация стана и возможность расположения всех прокатных клеток в существующий становой пролет. Использование такой схемы расположения предполагало также применить существующий блюминг РБЦ в качестве обжимной клетки балочного стана и тем самым уменьшить объемы, стоимость и сроки реконструкции.

УБС НТМК работает на фасонной заготовке, а РБЦ на слитках. Поэтому для производства балок такого сортамента по разработанной схеме расположения оборудования (прокатных клеток) основным условием является обеспечение стана фасонной заготовкой типа «собачья кость» получаемой на машине непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) с последующим ее нагревом в нагревательной печи и прокаткой на стане. Предполагаемый сортament нового балочного стана потребует применения двух типоразмеров литой фасонной заготовки.

Отсутствие обеспечения нового балочного стана требуемой фасонной литой заготовкой и послужило основным препятствием в использовании вышеуказанной схемы, поскольку при этом требуется установка дополнительной обжимной блюминговой клетки и вся схема расположения оборудования балочного стана с установкой в существующем станом пролете РБЦ не вписывается.

Поэтому решено создать новый балочный стан с другой компоновкой расположения основного оборудования. В состав такого стана также должны входить три группы клеток: обжимная, черновая и чистовая. Обжимная группа должна состоять из двух обжимных блюминговых клеток дуо. В качестве черновой группы решено использовать зарубежный опыт, установив три клетки (реверсивная группа U-E-U), в состав которой входят две универсальные клетки и одна обычная - дуо. Чистовая группа выполняется двухклетьевой, причем вторая (по ходу прокатки) клеть группы универсальная. Разработанная схема расположения оборудования была разработана специалистами УкрГНТЦ «Энергосталь», согласована на комбинате и принята за основу фирмой поставщиком оборудования - SIEMENS VAI. Схема расположения основного оборудования балочного стана предусматривает его создание на площадях РБЦ.

## **1.2 Основные этапы реконструкции**

Реконструкцию рельсобалочного цеха намечалось осуществить в два этапа: доостановочный и остановочный. Выполнение доостановочного этапа предусматривало проведение реконструктивных мероприятий по установке балочного стана без остановки производства в существующем РБЦ. Выполнение остановочного этапа предполагало его полную остановку производства в существующем рельсобалочном цехе.

Первый этап реконструкции рельсобалочного цеха включал в себя следующий перечень основных реконструктивных мероприятий:

- реконструкцию существующего здания и пристраивание дополнительного третьего западного продольного пролета для увеличения площади склада исходной заготовки;
- пристройку с южной стороны пролета нового дополнительного пролета – для размещения нагревательной печи, загрузочного оборудования и расширения склада заготовок;
- устройство железобетонных фундаментов под оборудование печного участка с монтажом всего печного оборудования;
- устройство фундаментов на участке будущих черновой и чистовой групп прокатных клетей с последующим их монтажом в комплексе с их электроприводами и межклетьевыми рольгангами;
- организацию нового продольного пролета для склада валков;
- монтаж оборудования стационарных рольгангов отделки, станции формирования слоев, подвижного упора, пил холодной резки, устройства сбора обрезки;
- строительство оборотного цикла водоснабжения.

Второй этап реконструкции рельсобалочного цеха включал в себя следующий перечень реконструктивных мероприятий:

- демонтаж всего существующего оборудования рельсобалочного цеха (кроме рабочей клетки блюминга 1050);
- реконструкцию здания цеха по результатам обследования ООО «Стальпром»;
- монтаж оборудования балочного стана, не вошедшего в первый этап реконструкции;
- подвод и подключение всех энергокоммуникаций;
- холодное и горячее опробывание.

### 1.3 Производственная программа и сортамент

Программа производства и сортамент прокатных станов после реконструкции по очередям приведен в таблице 1.

В таблице 1 приведен расчетный сортамент стана, обеспечивающий общую производительность цеха 1,0 млн т/год.

Таблица 1

Сортамент готовой продукции балочного стана

| Профиль                               | Размер, мм | Годовой выпуск, тыс. т/год |
|---------------------------------------|------------|----------------------------|
| 1 Балка с широкой полкой (HEA, HEB)   | 160...400  | 300                        |
| 2 Балка с параллельными полками (IPE) | 160...600  | 128                        |
| 3 Балка с параллельными полками (IPB) | 450...900  | 185                        |
| 4 Балка с уклонами полок (IPN)        | 160...600  | 128                        |
| 5 Уголок                              | 140...240  | 28                         |
| 6 Швеллер                             | 160...400  | 85                         |
| 7 Шпунтовый профиль                   | 400...750  | 146                        |
| <b>Итого:</b>                         |            | <b>1000</b>                |

Готовый прокат поставляется длиной от 6 до 24 м.

Качество и технические показатели проката, производимого в балочном цехе после реконструкции должны полностью удовлетворять требованиям ДСТУ и Международным стандартам (DIN и Euronorm).

#### **1.4 Технология прокатки на новом балочном стане**

Заготовки поступают с МНЛЗ на специальных железнодорожных платформах грузоподъемностью 70 т. Поступив на склад, заготовки с помощью электромостовых кранов укладываются в штабели крест-на-крест.

Для складирования заготовки предусматривается строительство нового пролета.

Со склада заготовки с помощью рольганга направляются в нагревательную печь с шагающими балками. В процессе поступления в печь, заготовки проходят через считывающее устройство для распознавания основных параметров с последующей передачей этой информации в общецеховую АСУ для учёта в работе по сопровождению данной заготовки по всей технологической цепочке вплоть до навешивания бирок.

Максимальная производительность печи 230 т/ч по холодному всаду.

Нагретые заготовки до температуры 1100 – 1250 °С выдаются из печи для прокатки. На выходе из печи размещается установка для гидросбива окалины водой высокого давления.

Преимущество такой операции заключается в улучшении качества поверхности готовой продукции и в повышении срока службы калибров первых клетей.

Очищенные от окалины заготовки направляются к существующей обжимной клетке 1050.

Обжимная группа состоит из существующей двухвалковой клетки 1050 и новой горизонтальной дуо реверсивной обжимной клетки. В ней будет прокатываться весь металл, поступающий в последующем в черновую группу клетей для производства заготовок, балок или специальных профилей.

Передаточный рольганг установлен за обжимной клетью для обеспечения передачи раската во вторую, обжимную клетку.

Трехклетевая черновая реверсивная группа (группа U-E-U) имеет в своем составе две универсальные клетки и одну горизонтальную клетку.

Прокатка в черновой группе клетей проходит с контролем минимального натяжения и контролем петли при работе без натяжения. Схемы калибровки для всех видов продукции оптимизированы.

Чистовая группа (группа E – U) имеет в своем составе одну универсальную клетку и одну горизонтальную клетку дуо.

Универсальные клетки могут работать как двухвалковые горизонтальные клетки и как универсальные клетки с горизонтальными и вертикальными (холостыми) валками. Клетка может перемещаться по горизонтали для поддержания фиксированной линии прокатки, если она используется как двухвалковая клетка. Горизонтальные валки снабжены роликовыми подшипниками и двухрядными упорными подшипниками. Все подшипники рассчитаны на интенсивную эксплуатацию. Неприводные вертикальные валки монтируются на конических роликовых подшипниках. Подушки горизонтальных валков являются плавающими для корректного распределения нагрузки на подшипники в целях продления срока их службы. Специальная система балансировки устраняет биение и создает предварительную нагрузку на резьбу нажимных винтов.

В проекте для стана выбрано всего три типа клетей, что позволяет минимизировать запасы валков и проводок.

Для быстрой перевалки валков используются специальные «роботы», что позволяет снизить потребность в дорогостоящих запчастях и резервном оборудовании. Быстрая замена изношенных валков на вновь переточенные происходит за пределами стана на специальном роботизированном участке. Эта система позволяет ограничить потребность, в мостовых кранах на участке перевалки клетей.

Профиль балки производится с использованием обжимного стана для обеспечения наиболее подходящего фасонного сечения для последующей прокатки в черновой универсальной реверсивной группе клетей. В зависимости от конечного профиля подкат будет прокатываться в 3...7 проходов на существующей черновой клети для минимизации перевалки валков на этой клети. Затем заготовка прокатывается в 3...9 проходов во второй обжимной клети для подготовки его к прокатке в 3 или 5 циклов в черновой (для него чистовой) группе стана. Во время прокатки зазор в клетях будет регулироваться автоматически для соблюдения схемы прокатки. Прокатка завершается в последней универсальной чистовой клети с фиксированным зазором, после чего выдается на холодильник. Скорость прокатки балки до 7 м/с.

Уголки можно прокатывать так же, как балку используя универсальные клети в горизонтальной конфигурации.

Швеллеры можно прокатывать так же, как балки, используя универсальные клети в горизонтальной или универсальной конфигурации.

Шпунты «Ларсена» прокатываются в горизонтальной конфигурации клетей.

На выходе чистовой клети установлена система контроля профиля. Она работает по технологии лазерной триангуляции и обработки изображения и выполняет непрерывное измерение геометрии проката в потоке в целях соблюдения строгих допусков для готовой продукции. Система контроля профиля имеет обратную связь с цеховой системой АСУ для своевременного принятия решений по изменению раствора валков в случае такой необходимости (например, выходом размеров готового профиля за поле допусков при выработке калибров). Это обеспечит уникальную настройку чистовой клети в реальном времени на следующую штуку без задержки процесса, повышая, таким образом, коэффициент использования оборудования стана, в особенности, после смены профиля. К тому же, система позволит операторам быстро выявлять и решать любые проблемы в процессе прокатки, а также упростить процедуру настройки стана. После выхода профиля из чистовой группы, он передается на пилу холодной резки для обрезки заднего конца, которым будет осуществляться задача в роликотправильную машину (РПМ). При этом работа ножниц программируется и оптимизируется в зависимости от товарной длины конечной продукции.

После обрезки прокат по рольгангу направляется на холодильник, где балки будут укладываться на стационарные и подвижные рейки с плоской поверхностью. Предусмотрено естественное охлаждение балок воздухом, проходящим через холодильник, а также оросительное водяное охлаждение.

После холодильника прокат подвергается правке в РПМ. Один или два профиля, поступающие с холодильника, выпрямляются по всей длине в правильной машине.

Затем прокат перемещается на цепной шлеппер, формируется слой с заранее определенным количеством прутков. Сформированный слой передаётся на дисковые пилы.

Две пилы холодной резки (металлические) расположены на участке резки за рольгангом на выходе цепного шлеппера и служат для отрезания головного и хвостового концов проката, а также для резки на товарную длину. Одна пила неподвижна, а другая подвижна, причем пила перемещается по горизонтали и осуществляет маятниковое движение. Режущие диски выполнены из металла.

После резки на пилах прокат по рольгангу поступает на штабелировщик, состоящий из четырех основных участков. На первом участке подъемный цепной шлеппер снимает слой проката с рольганга. На втором - фиксированный цепной шлеппер перемещает слой на участок подготовки слоев. На третьем - цепным шлеппером формируется слой - отбирается нужное количество штук для пачки. На четвертом участке находятся магнитные головки, которые перемещают слой с цепного шлеппера в штабелирующее устройство, и после того, как пачка будет сформирована, она будет передана на выходной рольганг.

Сформированная пачка поступает на автоматический участок обвязки, где с помощью автоматических обвязочных машин (их четыре) обвязывается, и затем передается на весовую станцию, где на пачку навешивается бирка. После взвешивания пачки помещаются на устройство уборки и передаются на площадку хранения. Затем пачки перемещаются электромостовыми кранами для отгрузки в железнодорожные вагоны.

Таким образом, строительство нового балочного стана позволит:

- впервые в Украине организовать производство дефицитных балок больших размеров;
- расширить существующий сортамент металлопроката;
- достигнуть высокой производительности при относительно низких капитальных вложениях;
- получить качественный сортовой прокат – балку с параллельными полками больших номеров, а также шпунт с большой базой;
- снизить удельные расходы энергоносителей на получение товарной продукции.

**Список литературы:** 1. Прокатные станы. Справочник. В 3-х томах. Т.1. Обжимные, заготовочные и сортопрокатные станы 500 – 950 / Под ред. В.Г. Антипина. – М. :«Металлургия», 1992.-432с. 2. Технология прокатного производства. Справочник в 2-х книгах. Кн.1. / Под ред. В.И. Зюзина М. :«Металлургия», 1991.-440 с. 3. Технология прокатного производства. Справочник в 2-х книгах. Кн.2. / Под ред. В.И. Зюзина М. :«Металлургия», 1991.-423 с.

**УДК 621.771**

**В.С. АРИХ**, начальник прокатного отдела, УкрГНТЦ «Энергосталь», г. Харьков

**В.Ю. КУЛАК**, начальник группы прокатного отдела, УкрГНТЦ «Энергосталь», г. Харьков

## **РАЗВИТИЕ ПРОКАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Приведены современные технологии энерго- и ресурсосбережения при прокатке. Освещены вопросы технического перевооружения предприятий на основе достижений научно-технического